



## **Formación de habilidades experimentales de la Física en estudiantes de Agronomía**

### **The formation of Physics experimental skills in Agronomy students**

**Juan Carlos Martín Llanos<sup>1</sup>, Jorge  
Luis Mena Lorenzo<sup>2</sup>, Norberto  
Valcárcel Izquierdo<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor Titular. Máster en Ciencias de la Educación. Licenciado en Educación, especialidad Física. Universidad de Pinar del Río «Hermanos Saíz Montes de Oca». Cuba. Correo electrónico: martin@upr.edu.cu

<sup>2</sup>Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor Titular. Máster en Ciencias de la Educación. Máster en Agroecología y Agricultura Sostenible. Universidad de Pinar del Río «Hermanos Saíz Montes de Oca». Cuba. Correo electrónico: jorgel@upr.edu.cu

<sup>3</sup>Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor Titular. Universidad de Ciencias Pedagógicas «Enrique José Varona». Cuba. Correo electrónico: norbertov@infomed.sld.cu

Recibido: 5 de febrero 2018.  
Aprobado: 13 de marzo 2018.

#### **RESUMEN**

El estudio realizado centra su atención en la formación de habilidades experimentales en estudiantes de Ingeniería Agrónoma. Su objetivo estuvo dirigido a proponer una concepción didáctica para el proceso de formación de habilidades experimentales de la Física en la carrera de Agronomía de la Universidad de Pinar del Río. Fueron empleados métodos teóricos (la modelación, el sistémico-estructural, el análisis, la síntesis, la inducción y la deducción) y empíricos (encuesta a profesores de Física y revisión de documentos). La investigación tuvo carácter descriptivo y asumió un enfoque mixto. Se tuvo en cuenta el trabajo con proyectos experimentales integradores con un enfoque sistémico, investigativo y profesional que regula la mediación didáctica y asigna roles distintivos y protagónicos a profesores y estudiantes para garantizar la eficiencia del proceso de enseñanza-aprendizaje. La valoración de expertos realizada permite recomendar la concepción propuesta como una opción válida para potenciar el desarrollo eficiente del proceso.

**Palabras clave:** habilidades experimentales; Física; Ingenieros Agrónomos.

#### **ABSTRACT**

The study focuses its attention on the formation of experimental skills in Agronomic Engineering students. Its objective was directed to propose a didactic conception for the process of formation of experimental skills of physics in the career of Agronomy of the University of Pinar del Río. Theoretical methods (modeling, systemic-structural, analysis, synthesis, induction and deduction) and empirical methods (survey of physics teachers and document review) were used. The research was descriptive and

assumed a mixed approach. The work was taken into account with integrative experimental projects with a systemic, investigative and professional approach that regulates didactic mediation and assigns distinctive and leading roles to professors and students to guarantee the efficiency of the teaching-learning process. The evaluation of experts made allows recommending the proposed conception as a valid option to enhance the efficient development of the process.

**Keywords:** experimental skills; Physics; Agronomists.

## INTRODUCCIÓN

La relación ciencia-profesión ha evolucionado a lo largo de la historia encontrando su máxima expresión en la tríada Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), reconociendo que los avances de estas entidades han determinado el perfil del profesional de acuerdo al saber adquirido desde la ciencia específica, el tronco común que lo alimenta y su desempeño docente, pero dejan un espacio a la práctica reflexiva (Valencia, 2017).

Desde la perspectiva de Jenaro (n.d.), la profesión es ciencia en tanto aplica el método científico y produce nuevos conocimientos; es profesión porque significa una actividad que ocupa la primordial tarea cotidiana de profesionales que poseen hábitos manipulativos y destrezas o habilidades que hacen eficaz del desarrollo profesional. Sin dudas, la relación ciencia-profesión es profunda, extensa y amplia y se coloca en el centro de los procesos de enseñanza-aprendizaje para ingenieros.

Las ciencias básicas (Física, Química, Matemática y Biología), en la carrera de Agronomía, aportan los principios científicos y tecnológicos que permiten mejorar la calidad de los procesos de la producción agrícola. El Ingeniero Agrónomo debe aprender a discernir entre el carácter unificado, totalizador e integral con que existe y se percibe la naturaleza agronómica y lo incompleto, fragmentado e históricamente condicionado de los conocimientos científicos con los cuales pretende analizar, explicar y generalizar sus implicaciones sociales (Mena, J.L., Cabrera & Navarro, 2017).

El profesional egresado de la carrera de Agronomía debe saber y saber hacer todo lo concerniente a su profesión, en tanto que la sociedad exige y debe garantizar el dominio de los fundamentos de la ciencia Física y el dominio de habilidades experimentales en relación con sus modos de actuación profesional, para contribuir a mejorar la calidad de los procesos de la producción y la transformación de productos agrícolas y alimentarios.

Ello es factible de lograr (Aragón, 2015) si se identifican y definen los métodos pedagógicos que les permitan a los estudiantes adquirir habilidades profesionales. Otros autores, como Hernández (2015) y Benítez & Mena, J.A. (2016), lo ratifican al estudiar su impacto en otras carreras. Como regularidad, de algún modo todos se han referido a la didáctica y la metodología del trabajo con las habilidades profesionales (Ramírez; Mena, J.A. & Mena, J.L.; 2017).

Desde esta perspectiva, se reconoce que cualquier intento de hacer más duradera, estable y funcional las experiencias sociocientíficas y socioprofesionales adquiridas por los estudiantes en la carrera de Agronomía parte de reconocer la significatividad formativa de las habilidades profesionales. Los profesores

de las disciplinas básicas deben practicar más la enseñanza de su ciencia para el profesional y menos la enseñanza de la ciencia centrada en su propia ciencia; intención que encuentra feliz acogida en los que defienden la profesionalización.

En particular, los contenidos de Física son imprescindibles para comprender y resolver problemas profesionales en el campo de la Agronomía. Esta disciplina académica refuerza la comprensión del método científico, lo que influye en la formación básica de los estudiantes y los ayuda a transitar con éxito por los demás ciclos formativos.

El «saber hacer» para cualquier ingeniero es fundamental y trascendente, si se soporta en un basamento teórico. La Física como disciplina académica tiene un alto contenido de actividades experimentales y ello facilita los contextos de desarrollo suficientes para la formación de habilidades vinculadas a la experimentación. En este sentido, se convierte en la ciencia básica con mayor protagonismo curricular para dinamizar acciones de carácter experimental en forma horizontal en el año académico y vertical en toda la carrera. Esta es una razón de peso para que los profesores profesionalicen la asignatura y muestren el camino a los estudiantes que los conducirá a responder el «para qué aprender» los contenidos científicos (Martín, Mena, J.L. & Valcárcel, 2017).

Aun en la actualidad, el experimento docente conserva su estatus controversial. Criticado, pero no transformado; formal, pero tendiente a lo tradicional; repetitivo con algunos vestigios que le impone la complejidad de los contenidos universitarios. En estas circunstancias, las habilidades experimentales no se forman y, en consecuencia, el experimento físico no constituye la antesala del experimento agronómico. En tal sentido, la formación

de habilidades experimentales debe convertirse en un proceso profesionalizado por los profesores.

El objetivo esencial de este artículo es proponer la estructura lógico-conceptual de una concepción didáctica que potencie el proceso de formación de habilidades experimentales de la Física en el ciclo básico de la carrera de Agronomía en la Universidad de Pinar del Río, desde la óptica de una posible contribución a la pertinencia de la enseñanza-aprendizaje de esta ciencia para los ingenieros en formación.

## MATERIALES Y MÉTODO

La investigación, de carácter descriptivo, se apoyó en el método dialéctico-materialista y asumió el enfoque mixto como orientación general. Para dar solución al objetivo planteado se aplicaron métodos teóricos como la modelación, el sistémico-estructural, análisis, síntesis, inducción y deducción.

Como método empírico fundamental se aplicó la encuesta a profesores y la revisión de documentos como los planes de estudio y los documentos normativos y metodológicos para la formación del Ingeniero Agrónomo, la que permitió constatar el nivel de indicaciones y orientaciones para el tratamiento de las habilidades experimentales, así como las acciones concebidas para la planificación del proceso formativo desde el accionar del colectivo pedagógico. También se aplicó una consulta a expertos a través del método Delphy.

Los métodos aplicados en su integralidad permitieron construir la estructura lógico-conceptual de la concepción didáctica que explica el proceso de formación de las

habilidades experimentales de la Física en la carrera de Agronomía.

## RESULTADOS

Como resultado del estudio empírico realizado se pudo constatar que la formación de habilidades experimentales es registrada en los diferentes planes de estudio y documentos normativos de la carrera de Agronomía, pero no resultan suficientes las indicaciones metodológicas para su desarrollo, pues no se reconoce su carácter procesal.

En los planes de estudios por los que ha transitado la formación del profesional y de los programas de la disciplina Física, se constata falta de orientación para el desarrollo de habilidades experimentales con un enfoque investigativo profesional, hecho corroborado por el 84,6 % de los profesores encuestados.

Se manifiesta en ellos la tendencia a enfatizar más en la resolución de problemas teórico-prácticos y menos en el trabajo experimental orientado a las necesidades formativas del profesional. Ello se acrecienta con la reducción gradual de las horas lectivas en los Planes de Estudio C y D, resultado de la limitada preparación metodológica en los colectivos de disciplina y de año académico para implementar la formación de habilidades experimentales.

Las habilidades experimentales de la Física están declaradas en la preparación de las asignaturas de Física General I y II para la carrera de Agronomía y en planes de trabajo metodológico. Sin embargo, para alcanzar la formación de habilidades experimentales en los estudiantes no es suficiente con esto. Se requiere un análisis

de las actividades vinculadas a la profesión.

En relación con el plan de trabajo metodológico, y con ello la preparación de la asignatura, planes de clases e informes de resultados académicos, se constata poca sistematicidad e insuficiente integración de la ciencia Física y la profesión, desde la actividad experimental.

Se evidencia poca preparación sistémica de cada actividad y del sistema de clases de Física, encaminado a la formación de habilidades experimentales. En revisión de proyectos de exámenes y otros instrumentos evaluativos se concluye que estos se delimitan al aspecto cognitivo y es insuficiente la sistematicidad de aspectos procedimentales desde actividades experimentales con un enfoque profesional. Además, son insuficientes las actividades de preparación metodológica para potenciar el proceso de formación de habilidades experimentales de la Física para este profesional.

En el estudio teórico realizado se comprueba la actualidad de la problemática. No obstante, se reconoce que en el ámbito nacional, la actividad experimental dentro de la enseñanza aprendizaje de la Física como ciencia experimental, tuvo su momento más prominente en la doctrina del Presbítero Félix Varela y Morales (1788-1853), que lo enmarcan en el plano de iniciador de la enseñanza experimental en Cuba.

Diversos investigadores han criticado con razón el carácter tradicional dado a la actividad experimental de las ciencias, convirtiéndola en los llamados «laboratorios recetas». Insuficientes son las propuestas que reconocen la necesidad de profesionalizar las prácticas de

laboratorio y, menos aún, las que consideran la oportunidad dar tratamiento a las habilidades experimentales desde todas las formas de docencia (Ministerio de Educación Superior, 2016).

En las actividades de carácter experimental se procura que los alumnos asimilen el mayor volumen posible de conocimientos, sobre la base de la observación y las acciones prácticas y que, al mismo tiempo, se desarrollen en ellos un conjunto de habilidades y hábitos característicos del trabajo científico-experimental, como un componente esencial del pensamiento y modo de actuar científico-investigativo (Arencibia, Morales & Torres, 2017).

La sistematización teórica realizada incluyó el estudio de definiciones dadas a las habilidades en sentido general y tuvo en cuenta los resultados de importantes investigadores de la universidad de Pinar del Río, que han profundizado en sus estudios sobre la temática, como Pozo (2013) y Morales (2014). En sus tesis doctorales se atesora un profundo análisis sobre la experimentación desde la clase de Física, referente obligado para todos los que investigan en esta área del conocimiento y legado perenne de «nuestro Instituto Superior Pedagógico».

Pozo (2013), por su estructura cognitiva-procedimental para la ejecución de las acciones en el desarrollo de la habilidad, las concibe como experimentales, en específico la de medir magnitudes físicas. Morales (2014), también las restringe a la habilidad de medir y observar.

Resulta más pertinente la clasificación dada por Valcárcel, Pérez & Porto (2016), quienes las estructuran en habilidades generales, como capacidades comunes a determinada carrera o carreras y en habilidades integradoras, que

sistematizan las habilidades generales y posibilitan su selección, algoritmización, para solucionar problemas profesionales reales inherente al objeto del egresado, aplicando el método científico-investigativo propio del modo de actuación profesional.

Análisis más centrados en la formación de habilidades experimentales de Química fueron realizados a principios de este siglo por Estévez (2000) y Blas (2000). Ambos autores refrendan sus criterios desde la teoría de formación por etapas de las acciones mentales, derivadas de la definición dada por Petrovski (1979), y de las acciones del método científico.

Por su parte, Estévez (2000) define la habilidad experimental como el dominio de un sistema de acciones psíquicas y prácticas para la modelación y ejecución de la actividad experimental y para explicar los resultados del experimento con ayuda de los conocimientos que se posee.

Al ser la habilidad aquella parte del contenido que se traduce en acciones y operaciones, se considera que esta definición deja vacíos teóricos por abordar, al quedar restringido al conocer y no expresar la manifestación de la acción teórica y práctica del saber hacer.

Por otra parte, para Blas (2000) las habilidades experimentales específicas son aquellas que se forman en la actividad experimental, donde se modelan fenómenos o proponen hipótesis, se proponen y adoptan procedimientos experimentales para comprobar los conocimientos específicos de cada disciplina o ciencia y luego explicar los resultados que se obtienen en la práctica experimental.

Esta interpretación restringe su formación solo a la actividad experimental, sin reconocer que el proceso de enseñanza-aprendizaje es un sistema y que, desde todas las formas de clase, se pueden y deben formar estas habilidades.

Arencibia, H.M. *et al.* (2017) determinaron un sistema de habilidades experimentales para la disciplina Química Inorgánica, las que fueron validadas por el colectivo de profesores, considerados como expertos por su experiencia de más de cinco años en la formación de profesores de esta especialidad.

Los autores reconocen las siguientes habilidades experimentales para la disciplina Química Inorgánica:

- Medir volúmenes de sustancias
- Pesar cantidades de sustancias
- Diseñar aparatos
- Montar aparatos
- Obtener sustancias
- Determinar las propiedades físicas de las sustancias
- Identificar sustancias
- Identificar aniones y cationes
- Separar sustancias atendiendo a sus propiedades
- Comprobar las propiedades físicas y químicas de las sustancias
- Comparar las sustancias atendiendo a sus propiedades físicas y químicas
- Relacionar genéticamente las sustancias

Concluyen así que, la actividad experimental en la enseñanza y las habilidades experimentales en particular, son un componente imprescindible para el aprendizaje del objeto de estudio de cualquier ciencia y, en particular, de la Química, la que estudia las sustancias y sus transformaciones.

En la formación de habilidades experimentales, como vía para realizar la vinculación de la teoría con la práctica, se resalta su valor instructivo, educativo y desarrollador durante la enseñanza-aprendizaje de la disciplina Física. Se trata de hallar soluciones objetivas a la tendencia de los estudiantes a retener, con carácter pasivo y memorístico, las acciones y operaciones constitutivas de las habilidades vinculadas a los conocimientos, como estructura del contenido.

Un punto de inicio para la formación de habilidades experimentales de la Física es considerar que estas resultan trascendentes para el dominio del método científico y que los estudiantes de Agronomía han de aprender a observar, medir, clasificar, comunicar, inferir y predecir, como parte de su formación profesional.

Con igual importancia se interpretan las habilidades experimentales de la Física para el Ingeniero Agrónomo en formación, desde su óptica profesionalizadora y científica. Estas deben ser concebidas como un sistema integrado de invariantes de acciones teóricas y prácticas relacionadas con la actividad experimental, que favorecen la formación temprana de una cultura científica, metrológica, estadística y profesional en los estudiantes de la carrera de Agronomía (Martín, J.C. *et al.*, 2017).

El alcance de estas culturas estará relacionado con el dominio manifestado por los estudiantes, tanto en la actividad experimental, como en las demás formas de clase. En tal sentido, se concibe la formación de habilidades experimentales de la Física como un proceso activo, sistémico, integrado y profesionalizado que potencia en los estudiantes la apropiación consciente de acciones teórico-prácticas, sobre la base de una

cultura científica, metrológica, estadística y profesional que posibilita la propuesta de nuevos modelos experimentales desde contextos agronómicos reales, sobre la base de un enfoque investigativo profesional.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje, donde se formen las habilidades experimentales, se manifiestan relaciones importantes que contribuyen al logro eficiente de la formación profesional. Sin embargo, se reconoce una que alcanza el estatus de relación esencial, dada en la tríada habilidad experimental-ciencia Física-profesión Agronomía.

La calidad del desempeño de los profesores (Calzado, 2016) como orientadores y mediadores de este proceso es determinante, desarrollando acciones estructuradas de intervención didáctica donde el estudiante descubra y redescubra, construya y reconstruya, y comunique en forma oral y escrita cada hallazgo.

De este modo se concibe un sistema de habilidades experimentales de la Física para el Ingeniero Agrónomo, así como su estructura funcional:

#### 1. Diseñar el experimento

- Observar el proceso o fenómeno objeto de estudio
- Identificar el problema reflejado
- Elaborar la posible solución del problema
- Establecer el alcance del proceso de investigación
- Elaborar los requerimientos teóricos del problema y su solución
- Elaborar el diseño experimental

#### 2. Modelar el experimento

- Elaborar un medio gráfico del montaje del experimento a escala
- Ajustar el medio gráfico a la situación profesional orientada.
- Incorporar el uso de las TIC en el experimento modelado
- Predefender el montaje experimental diseñado

#### 3. Simular el experimento en contexto real

- Elaborar pequeñas parcelas
- Preparar el suelo o sustrato
- Planificar la siembra según instructivo técnico de cada cultivo
- Planificar y diseñar sistema de riego a escala
- Predefender el experimento simulado en contexto real

#### 4. Ejecutar el experimento

- Medir magnitudes directas e indirectas
- Organizar los datos obtenidos del experimento
- Calcular los parámetros, directa o indirectamente, en el experimento
- Organizar en tablas los resultados de la medición experimental
- Controlar los resultados del experimento
- Analizar el resultado del experimento
- Determinar los aspectos esenciales del resultado experimental
- Establecer criterios de valoración de resultados del experimento
- Establecer un modelo de resultado experimental
- Comparar el resultado con el modelo establecido

#### 5. Remodelar el experimento

- Analizar la fiabilidad del modelo establecido

- Decidir sobre el cambio o ratificación del diseño ejecutado
- Realizar una modelación perfeccionada

#### 6. Comunicar los resultados

- Elaborar el informe técnico (lenguaje escrito)
- Preparar la defensa (lenguaje escrito y oral)
- Defender el informe técnico (lenguaje oral)

El proceso de formación de habilidades experimentales se estructura de acuerdo a la evolución gradual del programa de Física, sin la necesidad de alterar el cronograma de trabajo de la carrera. Se convierte en un proceso de carácter integrado e interdisciplinario, pues sus componentes didácticos se contextualizan a partir de las necesidades formativas del profesional y a partir de su relación con todas las asignaturas del ciclo básico y básico específico, a partir de los nodos cognitivos.

## DISCUSIÓN

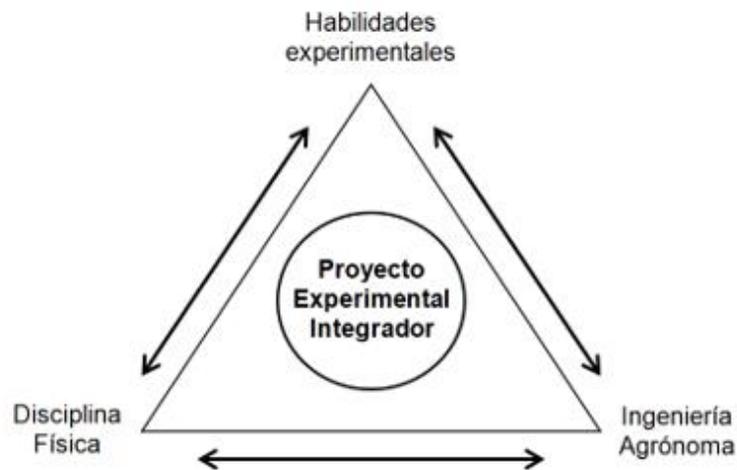
Las definiciones de habilidades experimentales de la Física y de su proceso de formación responden al «qué» de este estudio, encaminado a identificarlas para los estudiantes de

Ingeniería Agrónoma. Si bien se reconocen estas definiciones como resultados importantes de la sistematización, también lo es la discusión sobre las posibles maneras de concebir el «cómo» lograrlas.

Una alternativa efectiva para la formación de habilidades experimentales de la Física es la utilización del método de proyecto, donde la actividad experimental investigativa y los contenidos profesionales se combinan y se problematizan para la formación temprana del profesional.

De acuerdo con Fiallo (2001), los proyectos en educación son modos de organizar el proceso de enseñanza-aprendizaje abordando el estudio de una situación problemática para los estudiantes, que favorece la construcción de respuestas a las interrogantes formuladas por estos y, además, realza el valor educativo y didáctico de los proyectos.

Estos criterios son fundamentales para concebir el proyecto desde su cualidad de experimental y de integrador, como una forma de organización del proceso de formación de habilidades experimentales de la Física, en la que participan estudiantes de Agronomía, profesores, tutores y facilitadores en busca de soluciones grupales a problemas con relevancia sociocientífica y socioprofesional (Figura 1).



**Fig. 1.** Integración de las habilidades experimentales, la disciplina Física y la Ingeniería Agrónoma

Los proyectos están relacionados con las acciones investigativas diseñadas en forma de tareas docentes experimentales, que conducen al estudiante a seguir los pasos de un investigador novel. Estas acciones operan desde lo investigativo y se sustentan en el modo de actuación del Ingeniero Agrónomo, es decir, desde un enfoque investigativo profesional que tiene en cuenta aspectos relacionados con explotaciones agrícolas para obtener y transformar los alimentos desde la actividad experimental.

Para garantizar el carácter intencional, formativo, planificado, integrado y contextualizado del proceso, se plantean un conjunto de regularidades, entendiéndose como determinado grado de obligatoriedad en las relaciones del carácter causal.

Estas regularidades se concretan en:

- La relación de causalidad entre la acción didáctica, la creación de vivencias experimentales y el tránsito de los ingenieros en formación, significando los valores sociocientíficos y

socioprofesionales de los contenidos de la Física.

- La dinámica de las relaciones interdisciplinarias de la Física como dinamizadora de la actividad experimental con las demás asignaturas del ciclo básico y de la profesión.
- La relación entre el carácter multifactorial del proceso de formación de habilidades experimentales de la Física y el establecimiento de relaciones comunicativas de interacción y autorregulación durante las actividades experimentales integradoras.

Tales regularidades por sí solas no explican el modo general, esencial y obligatorio en que se desarrolla el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. Se precisa de un sistema de principios dinamizadores que garantice la formación de las habilidades experimentales en el Ingeniero Agrónomo. A partir de su función lógica, gnoseológica y práctica se asumen los siguientes principios:

- El principio interdisciplinar-profesional (Perera, 2004), que manifiesta el valor de la actividad experimental en el ciclo básico, integrada a la formación del agrónomo.
- El principio de la unidad teoría-práctica profesional en el proceso de formación de habilidades experimentales de la Física.
- El principio del carácter sistémico de las formas organizativas del proceso de enseñanza-aprendizaje de Física y de sus componentes didácticos.
- El principio del carácter creador, consciente y activo de los estudiantes en los proyectos experimentales integradores, tomando como referente el modo de actuación.

La estructura lógico-conceptual de la concepción didáctica debe concretarse en un sistema de ideas científicas que aclaren las posibles respuestas alrededor del objeto estudiado. Estos enunciados hipotéticos han de tener en cuenta que:

- El proceso de formación de habilidades experimentales de la Física en los estudiantes de la carrera de Agronomía se estructura por etapas.
- En el proceso se establece un sistema de habilidades que contribuye a la formación temprana del modo de actuación del Ingeniero Agrónomo.
- En él se manifiesta el carácter interdisciplinario con un enfoque investigativo profesional desde un marco contextual integrador.
- El mismo se contextualiza a partir del proyecto experimental integrador en un contexto agronómico real.
- En la formación de habilidades experimentales de la Física, se

asume la proyección sistémica de las formas de clases y la relación sistémica entre los componentes didácticos que dinamizan el proceso.

El proceso objeto de estudio debe concebirse de forma sistémica y en dos etapas dentro del propio proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. Una primera, la apropiación de los contenidos para la formación de habilidades experimentales de la Física, y la segunda de profundización.

En el transcurso de estas etapas, la formación de habilidades experimentales transitará por eslabones o fases, tales como: la motivación y orientación, la asimilación, el dominio, la sistematización y la evaluación.

En la etapa de apropiación de los contenidos, los estudiantes se inician en el uso de los laboratorios virtuales, con los recursos de laboratorio básicos disponibles en la universidad y los naturales del entorno. Durante la profundización se facilita el dominio de acciones y operaciones de manera variada y profesionalizada en las condiciones del contexto real.

Los «modos de hacer» de los estudiantes y los profesores han de traducirse, como resultado del proceso de integración experimental-profesional, en acciones desarrolladas para enseñar y para aprender. Así se garantiza el planteamiento de acciones relacionadas con las habilidades experimentales desde un enfoque investigativo profesional.

La orientación de tareas experimentales profesionalizadas dinamiza la interacción de los profesores de las diferentes disciplinas y favorece el intercambio

cognitivo, procedimental y metodológico relacionado con la ciencia que imparte.

La Física como disciplina dinamiza, integra y profesionaliza el proceso de formación de habilidades experimentales, al tomar las prácticas agronómicas como contexto curricular de formación, de modo que hace posible que se extienda a otras asignaturas y actividades, así como muestra la interrelación entre los componentes didácticos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física.

Todo ello es apoyado por el proyecto experimental integrador (Figura 2), que permite la instrumentación compleja y gradual de actividades con carácter investigativo. Por medio de este se garantiza la relación de las ciencias básicas con el contexto agronómico y de los componentes personales y no personales del proceso de enseñanza-aprendizaje. Es un método propio de los enfoques interdisciplinarios y del análisis exploratorio de datos como parte de la actividad experimental.

El trabajo por proyectos, según Garriga (2005), permite una fuerte conexión

interdisciplinaria con la lógica de la profesión; el desarrollo integral de la personalidad; la independencia e individualización de la enseñanza y su adaptación a los requerimientos en el desarrollo del estudiante, haciendo énfasis especial en la vinculación de la enseñanza con la vida real y su profesión en lo específico.

Lo experimental está dado por la actividad y el apoyo en las acciones experimentales contextualizadas a la profesión del agrónomo. Lo anterior se sustenta en la medición de magnitudes físicas, las que se integran, desde un contexto agronómico, a la determinación del calibre de la semilla y a la velocidad y aceleración del crecimiento de las plantas bajo la influencia de variables físicas, químicas y biológicas controladas. Se diseña el experimento y obtienen datos para su posterior procesamiento estadístico, análisis crítico y comunicación de los resultados, que incluye la remodelación del diseño experimental como recurso para lograr la sistematización de cada acción experimental.

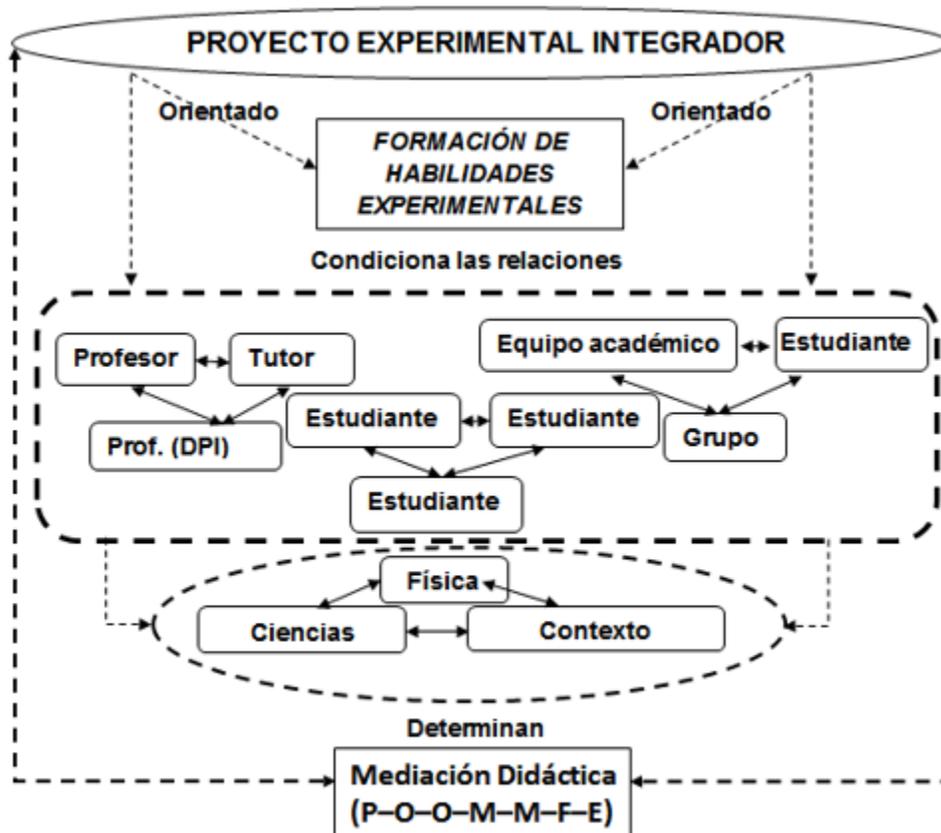


Fig. 2. Elementos del proyecto experimental integrador en un contexto real

Lo integrador se presenta a partir de los aportes de Mena, J.L. & Mena, J.A. (2012), como una alternativa para el planteamiento de problemas. En cada necesidad se potencia el enriquecimiento mutuo, en un plano de igualdad de las disciplinas, lo que facilita la contextualización del proceso de formación de habilidades experimentales.

El equipo de trabajo docente alcanzará el estatus de colectivo pedagógico si integra en su accionar, además de los espacios y objetivos comunes, un sistema organizado, orientado y suficiente de ayuda para el diseño, ejecución y valoración de la actividad experimental.

Entre las funciones del colectivo pedagógico deben destacarse:

1. La consultiva o académica, dirigida a la orientación permanente centrada en el ámbito cognoscitivo y procedimental, que facilita la apropiación sólida de cada acción.
2. La psicopedagógica como estímulo y orientación sistemática de los afectos hacia la actividad experimental y la profesión, al potenciar el desarrollo de la personalidad del educando.
3. La investigativa o tutorial, para habilitar a cada equipo estudiantil con acciones precisas sobre el control de las variables y el método de investigación según la situación de aprendizaje lo exija.
4. La profesional, para orientar y controlar que el sistema de acciones sociocientíficas

y socioprofesionales sea suficiente en el sentido de lograr las contribuciones esperadas.

El proceso de formación de habilidades experimentales facilitará, a nivel individual y grupal, el fortalecimiento de actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias y de la profesión, la creatividad, la responsabilidad y la independencia para decidir por sí mismos y sentir satisfacción por el esfuerzo personal realizado.

El proyecto experimental integrador aglutina la mayor cantidad de agentes y agencias educativas que acompañan a los estudiantes y tributan a la formación de habilidades experimentales en el proceso de diseño, ejecución y evaluación, hasta su divulgación científica. Se estructura a partir de las siguientes fases:

1. Caracterización, cuyo objetivo es valorar el contexto escolar, familiar y comunitario para determinar las fortalezas, debilidades y oportunidades y para la toma de decisiones y el proceder metodológico.

2. Planificación, para concebir las acciones que conforman el proyecto, de manera que respondan al «qué», al «para qué», al «cómo» y al «cuándo» de la investigación.

3. Ejecución, para poner en práctica todas las acciones asociadas al sistema de planificación según los plazos acordados en el diseño experimental de cada estudiante y del plan general.

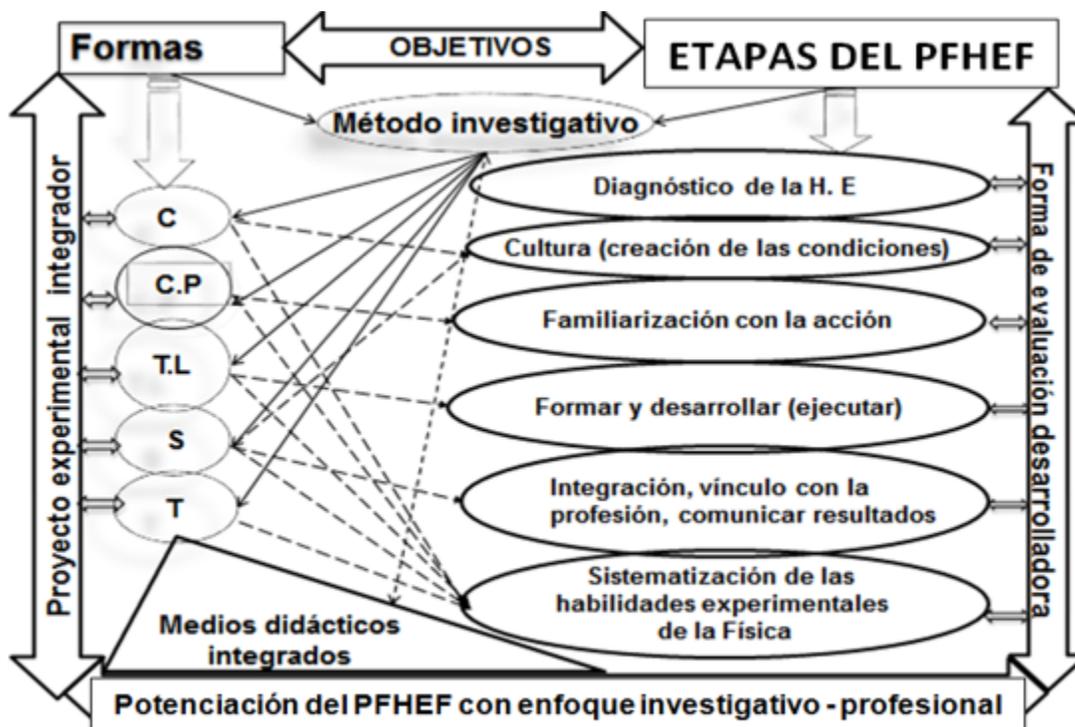
4. Evaluación de proyecto, para valorar los resultados en cada una de las acciones diseñadas y el grado alcanzado en el dominio de las habilidades experimentales de la Física en esta etapa.

5. Empleo de los resultados del proyecto, para socializar y divulgar los resultados alcanzados por los estudiantes en esta actividad en eventos, publicaciones de artículos científicos, asesoramiento a otros estudiantes y preparación para su trabajo de curso o diploma.

El problema orientado para resolver a través del proyecto, se deriva de una situación problémica enmarcada en la relación de determinadas variables físicas (teórico-prácticas) y su relación con la profesión del Ingeniero Agrónomo.

El carácter sistémico de las formas de clase y de los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física es una condición necesaria a cumplirse para la formación de habilidades experimentales. Se necesita un sistema de clases que permita, de forma dinámica, la orientación, ejecución y evaluación del proceso de formación de estas habilidades (Figura 3).

De acuerdo con Valcárcel, N. *et al.* (2016), el proceso de enseñanza-aprendizaje debe ser estructurado en forma sistémica no solo desde el hacer de los sujetos, sino también desde los componentes didácticos no personales: Problema (P), Objeto (O), Objetivos (Ob), Contenidos (C), Métodos (M), Medios (M), Formas (F) y Evaluación (E).



**Fig. 3.** Esquema sobre la proyección sistémica de las formas de clase

Leyenda: Contenidos (C), Métodos (M), Medios (M), Formas (F) y Evaluación (E)

El problema responde a una necesidad sociocientífica y socioprofesional. Este transversaliza todo el proyecto experimental integrador y responde a la cualidad integradora. Su orientación parte desde la conferencia y recibe tratamiento en todas las formas de clase.

El objeto lo constituyen las habilidades experimentales de la Física en los estudiantes de Agronomía, como parte del contenido.

El objetivo está orientado a la aplicación de las habilidades experimentales para la solución de problemas agronómicos en el contexto docente-investigativo, a través de sus bases teóricas, el trabajo grupal, el debate con el profesor, la investigación y proyección de las etapas de una investigación en contexto real.

En el contenido se reconocen conocimientos precedentes de la disciplina Física y de las disciplinas básicas, evidenciados en las diferentes formas de clases y la actividad de proyecto experimental integrador.

Los métodos de enseñanza empleados en cada forma deben favorecer la activación del aprendizaje desde la actividad de proyectos. Es por ello que el camino o vía para lograr el objetivo debe contener al proyecto experimental integrador como instrumento dinamizador y desarrollador de la ciencia y la profesión.

Los medios de enseñanza incluyen los equipos del laboratorio de Física, Química, Biología y Sanidad Vegetal, los recursos tecnológicos existentes en los laboratorios de Informática y especializados de la carrera de Agronomía y el contexto del

entorno. Unos y otros favorecen el aprendizaje de las habilidades experimentales, en especial cuando el propio estudiante selecciona los equipos, utensilios, herramientas, instrumentos de medición, programas informáticos y objetos de investigación.

Las formas de la organización para la formación de habilidades experimentales serán las Conferencias (C), Clases Prácticas (CP), Trabajos de Laboratorio (TL), Talleres (T) y Seminarios (S). Se destaca que estas formas rompen con el modo tradicional caracterizado por la clase magistral, donde el profesor centra su atención en él y no en los estudiantes.

La actividad experimental y las habilidades experimentales van desde la teoría, la práctica y el experimento a todas las formas de docencia. De modo que un problema profesional puede ser el motivo de una conferencia y terminar el ciclo de clases con un experimento en el proyecto experimental integrador.

La evaluación del estudiante y del grupo tiene carácter flexible y participativo. Se concibe la autoevaluación, la coevaluación y la heteroevaluación. Los que participan se sienten más comprometidos con las actividades que realizan como evaluadores del proceso, motivando la profundización en la construcción y desarrollo de habilidades experimentales y de la formación profesional.

En el proyecto experimental integrador, los estudiantes descubren el valor de la ciencia para la profesión, como soporte teórico-práctico y por sus potencialidades para desarrollarla. Cuando el contenido tiene significado para ellos, lo pueden aprender en forma estable, duradera y funcional y descubrir el «para qué lo estudian» desde una perspectiva profesional. Su aplicación a nuevos

contextos agronómicos es resultado del proceso de interiorización y dominio del sistema de habilidades experimentales de la Física y de la apropiación del modo de actuación del profesional.

En aras de valorar la validez teórica de la concepción didáctica para el proceso de formación de habilidades experimentales de la Física en los estudiantes de la carrera de Agronomía, se realizó la consulta a expertos a través del método Delphi.

Los criterios seguidos para la selección de los expertos fueron los siguientes:

- Ser graduado universitario en especialidades de Física, Química, Matemática, Biología o como Ingeniero Agrónomo.
- Poseer título científico de máster o grado científico de doctor.
- Poseer más de 15 años de experiencia en la educación superior.
- Poseer resultados positivos en las investigaciones sobre la ciencia afín.

Se contó con la colaboración de 35 expertos. Al valorar su grado de competencia solo fueron tenidos en cuenta los criterios de 32, a partir de conocer que su Coeficiente de Competencia (K) resultó evaluado con un nivel medio o alto.

A partir del procesamiento y análisis de la información obtenida con la aplicación del instrumento, se pudo constatar que los expertos consultados evalúan todos los indicadores como bastante adecuados, del siguiente modo:

- Los fundamentos de la concepción didáctica para la formación de habilidades experimentales de la Física fueron valorados con un nivel

de significación de  $-0.3807$  como bastante adecuado.

- La estructura de la concepción didáctica desde la definición ofrecida fue valorada como bastante adecuada en un nivel de significación de  $-0.0687$ .
- La expresión de la concepción didáctica mediante las ideas básicas, regularidades y principios fue valorada con una significación de  $-0.3147$ .

Los resultados obtenidos en el análisis de la consulta de expertos, permiten asegurar que la concepción didáctica para la formación de habilidades experimentales de la Física, con un enfoque investigativo profesional en los estudiantes de la carrera de Agronomía, es válida.

Como resultado de la aplicación de los métodos teóricos y empíricos se puede concluir que el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física para el Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Pinar del Río no centra su atención en el trabajo integrado de todas las formas de clase para la formación contextualizada y sistémica de las habilidades experimentales. Ello trae como implicaciones didácticas que estas no sean concebidas como un sistema integrado de invariante de acciones teóricas y prácticas de la Física, relacionadas con la actividad experimental para favorecer la formación temprana de una cultura científica, metrológica, estadística y profesional en los estudiantes de la carrera.

Se considera la formación de las habilidades experimentales como un proceso activo, sistémico, integrado y profesionalizado que potencia en los estudiantes la apropiación consciente de acciones teórico-prácticas sobre la base de una cultura científica, metrológica, estadística y profesional que posibilita la propuesta de nuevos modelos

experimentales desde contextos agronómicos reales y sobre la base de un enfoque investigativo profesional.

Se propone una concepción didáctica para el proceso de formación de las habilidades experimentales de la Física en el Ingeniero Agrónomo, cuya estructura lógico-conceptual contiene regularidades, principios dinamizadores e ideas científicas que fundamentan el proyecto experimental integrador como una forma de organización en la que participan estudiantes, profesores, tutores y facilitadores en busca de soluciones grupales a problemas con relevancia socioprofesionales, mediante un proceso activo, cooperativo, participativo y creativo desde la investigación académica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aragón, A. (2015). Retos y perspectivas de la ETP en Cuba /Cdrom/. Presented at the II Taller Nacional «La Pedagogía Profesional y su influencia en el desarrollo socioeconómico». Pinar del Río: Universidad de Ciencias Pedagógicas «Rafael María de Mendive».
- Arencibia, H.M., Morales, H.J. & Torres, M. (2017). «Las habilidades experimentales en la formación del profesor de Química». In *Ciencia e Innovación Tecnológica* (Vol. I). Académica Universitaria.
- Benítez, S. & Mena, J.A. (2016). «Evolución histórica de la formación y desarrollo de habilidades profesionales en la especialidad Mecánica Industrial, en Pinar del

- Río». *Mendive. Revista de Educación*, 14(4), 302307.
- Blas, E. (2000). *Sistema de habilidades experimentales de la disciplina Química Inorgánica para la Licenciatura en Educación, Especialidad de Química* (Tesis doctoral). Universidad de Holguín, Holguín.
- Calzado, A. E. (2016). *Estrategia de superación para los profesores de Educación Física dirigida al desarrollo de la psicomotricidad en niños del primer ciclo con parálisis cerebral* (Tesis doctoral). Universidad de Camagüey «Ignacio Agramonte y Loynaz», Camagüey.
- Estévez, B. (2000). *Sistema de habilidades experimentales de la disciplina Química Inorgánica para los Institutos Superiores Pedagógicos* (Tesis doctoral). Institutos Superiores Pedagógicos, Holguín.
- Fiallo, J. (2001). *La Interdisciplinariedad en la escuela: Un reto para la calidad de la educación /CDROM/*. Presented at the Maestría de Amplio Acceso, La Habana: IPLAC.
- Garriga, M. (2005). *Sistema de tareas docentes del método de proyectos en las asignaturas de ciencias en cuarto grado de las escuelas primarias del municipio Pinar del Río* (Tesis de Maestría). Universidad «Hermanos Saíz Montes de Oca», Pinar del Río. Retrieved from <http://rc.upr.edu.cu/>
- Hernández, E. (2015). Modelo didáctico para la formación y desarrollo de las habilidades profesionales básicas de la especialidad Zootecnia-Veterinaria en la Educación Técnica y Profesional. Presented at the IV taller Internacional «La Educación Técnica y Profesional del siglo XIX,» Camaguey: Universidad Ciencias Pedagógicas «José Martí».
- Jenaro, C. (n.d.). Hablando con Julio Feroso. Retrieved from <https://campus.usal.es/~inico/newsletter/n9v3/hablando9.htm>
- Martin, J.C., Mena, J.L. & Valcárcel, N. (2017). Concepción didáctica para la formación de habilidades experimentales de Física en la carrera de Agronomía. In *Ciencia e Innovación Tecnológica (EDACUN)*. (Vol. I, pp. 665675). Editorial Académica Universitaria.
- Mena, J.L., Cabrera, J.S. & Navarro, J.I. (2017). «Actitudes de los estudiantes de ingeniería hacia el aprendizaje de las ciencias». En: *Ciencia e Innovación Tecnológica* (Vol. I, pp. 17311741). Editorial Académica Universitaria.
- Mena, J.L. & Mena, J.A. (2011). «Concepción didáctica para una enseñanza-aprendizaje de las ciencias básicas centrada en la integración de los contenidos, en la carrera de Agronomía». *Revista Pedagogía Universitaria*, 16(4). Retrieved from <http://cvi.mes.edu.cu/peduniv/base-de-datos/2011-vol-xvi-no.-4>
- Ministerio de Educación Superior. (2016). *Programa de la Disciplina Química Inorgánica*. La Habana: autor.
- Morales, H.J. (2014). *Desarrollo de las habilidades profesionales pedagógicas en la Física, en los estudiantes de la especialidad*

- Matemática-Física de las Universidades de Ciencias Pedagógicas* (Tesis doctoral). Universidad de Ciencias Pedagógicas «Enrique José Varona», La Habana.
- Perera, F. (2004). «La práctica de la interdisciplinariedad en la formación de profesores». En: *Una aproximación desde la enseñanza-aprendizaje de las ciencias: interdisciplinariedad*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Petrovski, A.V. (1979). *Psicología General*. La Habana: Libros para la educación.
- Pozo, E.G. (2013). *El trabajo experimental en los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad de Matemática-Física* (Tesis doctoral). Universidad de Ciencias
- Pedagógicas «Rafael María de Mendive», Pinar del Río.
- Ramírez, Y., Mena, J.A. & Mena, J.L. (2017). «Habilidades profesionales de la Agronomía: historia de su formación y desarrollo en Pinar del Río». *Mendive. Revista de Educación*, 15. (4), 410422.
- Valcárcel, N., Pérez, A.M & Porto, A.G. (2016). *Primer curso internacional de actualización docente*. Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Valencia, H.A. (2017). «Estrategia de superación profesional dirigida al desarrollo de la competencia docente en el deporte voleibol para la Secundaria Básica, desde una perspectiva CTS». En *Ciencia e Innovación Tecnológica* (Vol. I, pp. 414). Editorial Académica Universitaria.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.

Copyright (c) Juan Carlos Martín Llanos, Jorge Luis Mena Lorenzo, Norberto Valcárcel Izquierdo